

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки Биотехнические системы и технологии  
 Кафедра промышленной и медицинской электроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Система определения центра тяжести для динамической стабиллометрической платформы</b>

УДК 62-783.44.001.6:615.216.85

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Плющик Евгений Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Фокин Александр Васильевич	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков А.Г.	к.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Промышленной и медицинской электроники	Губарев Ф.А.	к. ф.-м. н.		

Томск – 2016 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП** по  
направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>	
Р1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте биомедицинской и экологической техники
Р2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
Р3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
Р4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
Р5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
Р6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i><b>Универсальные компетенции</b></i>	
Р7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
Р8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
Р9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
Р10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
Р11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности

Р12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
-----	---

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки – Биотехнические системы и технологии  
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата)  
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1Д21	Плющик Евгений Владимирович

Тема работы:

Система определения центра тяжести для динамической стабилметрической платформы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Аппарат позволяет определить центр тяжести человека и его вес.</li><li>2. Электропитание комплекса осуществляться от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением (220+,-10 %)В.</li><li>3.</li><li>4. Напряжение питания данного устройства <math>\pm 12В</math>.</li><li>5. Максимальный вес испытуемого 150кг.</li><li>6. Измерения центра тяжести <math>\pm 5мм</math>.</li><li>7. Количество измерений в одну секунду десять.</li></ol>
---	---

	<p>8. Время непрерывной работы комплекса - не менее 7 часов.</p> <p>9. Время установления рабочего режима - не более 15 мин-40мин.</p> <p>10. Относительная погрешность регистрации не более 10 %.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Гусельников Михаил Эдуардович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Фокин Александр Васильевич	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1Д21	Плющик Евгений Владимирович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 65 с., 10 рис., 21 табл., 15 источников.

Ключевые слова: стабилметрия , тензодатчик, стабилметрическая платформа, оценка центра тяжести.

Объектом исследования является динамическая стабилметрическая платформа.

Целью работы является разработка системы определения центра тяжести во время проведения стабiloграфических измерений.

В процессе исследования проводились: поиск литературы, сравнение с патентной базой, выбор современной элементной базы.

В результате исследования были предложены решения по улучшению системы оценки центра тяжести человека.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

- Электропитание комплекса осуществляться от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением (220 $\pm$ , -10 %)В.
- Напряжение питания данного устройства  $\pm 12$ В.
- Максимальный вес испытуемого 150кг.
- Измерения центра тяжести  $\pm 5$ мм.
- Количество измерений в одну секунду десять.
- Относительная погрешность регистрации не более 10 %.

Степень внедрения: лаборатории, больницы, клиники.

Область применения: травматология, медицина катастроф, спортивная медицина, терапией, акушерство, кардиология, ортопедическая медицина.

В данной работе предлагаются методы модернизации этого прибора, и увеличение его эксплуатационных данных, что повлечет за собой расширение в сфере применения и распространению прибора на рынке.

## ESSAY

Final qualifying work contains 65 p., 10 fig., 21 tab., 15 sources.

Keywords: stabilometry, strain gauge, stabilometric platform evaluation center of gravity.

The object of research is a dynamic stabilometric platform.

The aim is to develop a definition of the center of gravity of the system during the measurement stabilographic.

The study carried out: literature search, a comparison with the patent database, the choice of modern element base.

As a result, studies have suggested solutions to improve the evaluation system of human center of gravity.

The basic constructive, technological and technical and operational characteristics:

- complex is powered by AC, 50 Hz voltage ( $220 \pm 10\%$ ) in.
- Power supply of the device  $\pm 12V$ .
- The maximum weight of 150kg test.
- Measurements of the center of gravity of  $\pm 5mm$ .
- Number of measurements per second ten.
- The relative error of registration no more than 10%.

Degree of implementation: laboratory, hospital, clinic.

Scope: traumatology, disaster medicine, sports medicine, internal medicine, obstetrics, cardiology, orthopedic medicine.

In this paper a method of modernization of this device, and an increase in its operational data, which would entail the expansion in the scope and spread of the instrument on the market.

## Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- СанПин 2.2.2/2.4.1340-03
- ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
- ГОСТ 12.1.003—83. «Шум. Общие требования безопасности»
- ГОСТ 12.1.030-81
- ГОСТ 17.2.1.01-76
- ГОСТ Р ИСО/ТО 16142-2008 "Изделия медицинские. Руководство по выбору стандартов, поддерживающих важнейшие принципы обеспечения безопасности и эксплуатационных характеристик медицинских изделий"
- ГОСТ 30324.0.4-2002 "Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности. Часть 4. Требования безопасности к программируемым медицинским электронным системам"
- ГОСТ Р МЭК 62366-2013 "Изделия медицинские. Проектирование медицинских изделий с учетом эксплуатационной пригодности"



## Определения

В данной работе приведены следующие термины с определениями:

- Центр тяжести (Center of gravity )— точка, через которую проходит линия действия равнодействующей элементарных сил тяжести.
- Стабилометрическая платфо́рма (stabilometric platform) — прибор для анализа способности человека управлять позой тела и обеспечения биологической обратной связи по опорной реакции.
- Тензометрический датчик(strain gauge) — датчик, преобразующий величину деформации в удобный для измерения сигнал (обычно электрический), основной компонент тензометра (прибора для измерения деформаций)
- Афферентация(afferentation) — постоянный поток нервных импульсов, поступающих в центральную нервную систему от органов чувств, воспринимающих информацию как от раздражителей внешних (экстерорецепция), так и от внутренних органов (интерорецепция). Находится в прямой зависимости от силы раздражителей и насыщенности ими среды, а также от состояния — активности или пассивности — индивида.
- Крен( Roll )— это поворот объекта вокруг его продольной оси.

Введение.....	7
1.Обзор литературы.....	9
1.1 Метод оценки Центр тяжести человека.....	9
Физиологические и физические основы определения центра тяжести человека.....	9
1.2 Стабилометрическая платформа « Стабилан-01-2» .....	11
1.3 Стабилометрическая платформа группы МЕРА .....	14
2 Проектирование устройства.....	16
2.1 Структурная схемы .....	16
2.2 Принципиальная схема.....	17
2.3 Алгоритм программы.....	27
3. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение» .....	31
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	31
3.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	36
Структура работ в рамках научного исследования .....	36
3.3 Расчет материальных затрат НТИ .....	41

4 Социальная ответственность.....	51
4.1 Введение.....	51
4.2 Производственная безопасность. ....	51
4.3 Анализ предполагаемых вредных факторов при разработке и эксплуатации динамической стабиллоплатформы.....	53
4.4 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого изделия.....	56
4.5 Экологическая безопасность.....	60
4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	60
4.7 Пожарная безопасность. ....	60
4.8 Безопасность при критически низких температурах окружающей среды ...	61
4.9 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	61
Заключение.....	64
Список используемых источников.....	65
Приложение А Код программы.....	67
Приложение Б Принципиальная схема.....	71

## **Введение**

В настоящее время активно разрабатываются платформы, которые позволяют оценивать качество движения человека. Поскольку в управлении движениями принимают участие многие отделы центральной нервной системы, то координация движений может быть использована в целях диагностики и реабилитации. Они проявляются при нарушениях устойчивости тела человека при различных состояниях ходьбы или стояния: асимметрия движения сторон тела, нарушения точности ходьбы, уменьшение силы и скорости, речевые нарушения.

Регистрация пространственной и временной информации дает возможность оценить степень двигательных расстройств при различных заболеваниях двигательных функций и предложить методы двигательной реабилитации, а так же различные способы речевой реабилитации.[1]

Исходя из этого, необходимо выполнить поиск уже существующих методов для оценки качества движения, в том числе для спортсменов, занимающихся различными видами спорта: пауэрлифтингом, стрельбой из пистолета, биатлоном и подобными видами, а так же для людей, находящихся в условиях реабилитационного периода. Кроме того, требуется оценить работоспособность и эффективность таких методов решения проблем в процессе их применения.

Все методы имеют свои достоинства и недостатки, поэтому их анализ позволит сформулировать основные требования к данному виду технических средств и определить цели и дальнейший план работы. [15]

Исходя из этого, целью моей работы является разработка системы определения центра тяжести во время проведения стабیلοграфических измерений.

Для достижения цели требуется выполнить следующие задачи:

1. Изучить методику динамической стабилографии, рассмотреть прототипы стабилметрической платформ и провести обзор системы определения центра тяжести.
2. Разработать структурную и принципиальную схемы системы определения центра тяжести на основе микропроцессорной системы.
3. Разработать алгоритм и код программы.

## **1.Обзор литературы**

### **1.1 Метод оценки Центр тяжести человека**

#### **Физиологические и физические основы определения центра тяжести человека**

Для поддержания равновесия необходимо, чтобы проекция центра тяжести тела находилась внутри опорного контура – части опорной поверхности, заключенной между точками контакта поверхности с опорой. Поддержания вертикальной позы человека имеет особую сложность, так как имеет малую площадь опорной поверхности, много шарнирных соединений и высоко расположенный центр тяжести. Величина опорного контура определяется размером стоп и углом между их движением “крен”. Центр тяжести обычно находится в точке 55% от роста человека. Для поддержания равновесия используется положение проекции центра тяжести относительно основных суставов ноги.

Опущенная из центра тяжести вертикаль проходит сзади от оси вращения в тазобедренном суставе, перед осью вращения в коленных суставах и на 4-5 см спереди от оси голеностопных суставов. Из этих данных следует, что вес тела имеет тенденцию опрокидывать человека вперед; при этом наибольшая нагрузка приходится на мышцы задней поверхности голени, удерживающие тело от падения вперед за счет фиксации углов в голеностопных суставах.

Вертикальная поза человека является активной, за счет постоянного напряжения различных групп мышц. Известно, что даже не долгом нарушение кровоснабжения мозга (обморок) приводит к падению человека.

Для поддержания правильного положения тела необходима активность различных групп мышц: голеностопного, коленного суставов, шеи и туловища. Мышцы, участвующие в поддержании вертикальной позы, называют антигравитационными.

Из биомеханических данных следует, что для поддержания вертикальной позы нужно, четкое согласование их активности.[7]

Можно определить различные заболевания:

- функциональные нарушения при заболеваниях позвоночника, нервной системы, вестибулярного и зрительного анализатора;
- опороспособности конечностей;
- функциональное состояние голеностопных суставов;
- нарушений баланса при сколиозах, после травм и операций

Метод стабилотрии позволяет:

- уточнять диагноз
- управлять восстановительным лечением и фиксировать динамику
- обследовать клинически сложных пациентов
- проводить дополнительные тренировки пациентов по принципам биологической обратной связи (поиск двигательной стратегии, тренировка двигательного навыка)

### **Техническая реализация**

В настоящее время, для оценки центра тяжести человека, широко применяется стабилотрия. Стабилотрия- это один из способов объективизации особенностей взаимодействия человека с полем тяготения Земли.

На уровне техники стабилотрию можно определить, как исследование проекции центра тяжести человека на плоскость опоры, с помощью специального прибора - стабилотрической платформы.

К платформе подключают три датчика силы (пьезодатчик, тензодатчик, индуктивные датчики), которые чувствительны к вертикальной составляющей нагрузки. Данные датчики располагают в виде треугольника. При использовании четырех датчиков, они составляют квадрат или прямоугольник.

Метод основан на регистрации параметров человека: перемещения центра давления и стоп пациента на плоскости стабилметрической платформы в процессе поддержания равновесия тела с последующей обработкой полученных данных. В компьютерной стабیلографии, обычно ограничиваются регистрацией траектории центра давления, оказываемого человеком на плоскость опоры, а также регистрацией двумерного представления этой траектории в координатах ординат и абсцисс.[14]

При этом измеряются реакции опор с помощью датчиков силы. К чисто инженерной задаче можно отнести переход от реакций опор к оценке веса испытуемого. Реализация такого решения в «Стабилан-01-2» позволила существенно расширить возможности двухплатформенного варианта стабیلографа в оценке нарушений опорно-двигательного аппарата.[4]

## **1.2 Стабилметрическая платформа «Стабилан-01-2»**

Стабилметрическая платформа «Стабилан-01-2» имеет ряд преимуществ:

- Способ речевой реабилитации
- Сеансы тренинга с проговариванием слов или фраз и управлением ритмом речи.
- Тренинг проводят с использованием компьютерной игры.
- Длительность сеанса тренировки составляет 15-40 мин, а количество сеансов на курс лечения 15-30.
- Пульсометрия с вариационным анализом.



Данное изобретение используют в медицине, а именно в неврологии. Проводят сеансы тренировок с проговариванием слов или фраз.

В этой модификации габариты платформы были увеличены до 500x500 мм, поле регистрации центра давления (ЦД) было расширено по техническим требованиям до круга радиусом 200 мм, а реально до квадрата 450x450 мм.

При этом тренировку проводят с удержанием пациентом равновесия в вертикальной позе на стабилотренировочной платформе при компьютерной игре с использованием визуальной биологической обратной связи (БОС).

Пациенту на экране монитора показывают маркер, отображающий положение центра сил давления на плоскости. Тестовое задание представлено в виде игры. Пациент, управляя положением тела во фронтальной и сагиттальных плоскостях, при неизменном положении стоп на стабилотренировочной платформе, перемещает маркер центра давления по экрану монитора в зависимости от игровой ситуации и проговаривает отдельные слова или фразы. При этом ритмичность речи пациента синхронизируется с тестовым заданием. Это позволяет повысить эффективность реабилитации за счет снижения психоэмоционального напряжения пациента.

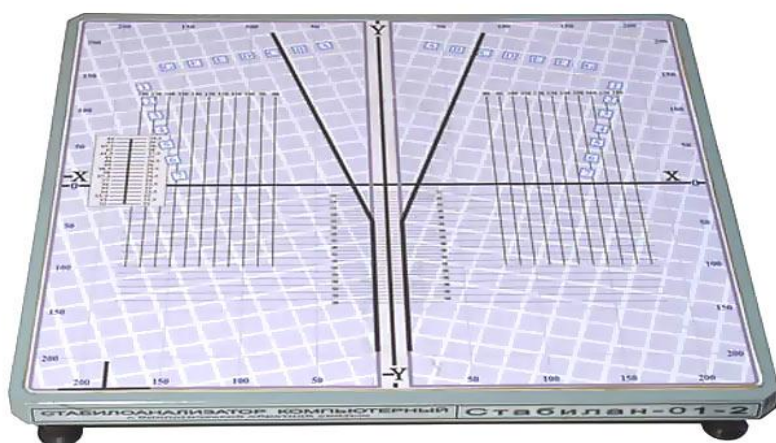


Рисунок 1 «Стабилан-01-2»

Удержание равновесия человеком вертикальной позы является динамическим феноменом, проявляющимся за счет его движения, которое является результатом взаимодействия вестибулярного и зрительного анализаторов и высших отделов центральной нервной системы.

Процесс поддержания вертикальной позы выполняется на подкорковом уровне в виде "автопилота", когда минимизируется волевое участие и мотивация человека. Любая внешняя информация, попадающая в центральную нервную систему, сопоставляется и оценивается мотивацией. Стадия афферентного синтеза завершается принятием решения.

"Принятие решения" является выбором одной определенной формы поведения. Выбор протекает очень быстро, автоматически, либо он может включать и сознание, тогда выбор происходит медленнее. Центральные афферентные возбуждения формируют программу действия. Непосредственно после "принятия решения" реализуется поток афферентных возбуждений, который обеспечивает периферическое действие в соответствии с программой действий. За счет процессов постоянного сравнения этапов действия и его результатов во внешней среде, благодаря обратной афферентацией и коррекции афферентного синтеза осуществляется достижение конечного приспособительного результата.

Всю категорию обратных афферентаций можно разделить на две отдельные формы: поэтапная обратная афферентация, которая соответствует осуществлению определенного этапа данного поведенческого акта, и "санкционирующая" обратная афферентация, которая закрепляет успешную интеграцию афферентных возбуждений и завершает логическую функциональную единицу поведения.

При проведении описанных тренировок, нарушаются имеющиеся у пациента стандартные функциональные взаимоотношения с целой функциональной системой.

В итоге человек имеет приспособительные результаты, удовлетворяющие потребности – поддержание равновесия или его устойчивости, управление движениями тела.[8]

### **1.3 Стабилометрическая платформа группы МЕРА**

Стабилограф имеет опорную платформу, четыре тензодатчика, расположенных в виде прямоугольника, схему обработки сигналов. Опорная платформа выполнена в виде пластины прямоугольной формы из жесткого материала с разметкой на поверхности, предназначенной для координации установки стоп обследуемого. Схема обработки сигналов выполнена в виде микропроцессорного модуля, содержащего четыре синхронизированных аналогово-цифровых преобразователя, воспринимающих измерительные сигналы от каждого тензодатчика. Эти тензодатчики преобразуют измерительные сигналы в информационный сигнал, содержащий данные о массе исследуемого объекта и координатах его центра давления на платформу относительно системы координат через последовательный интерфейс типа Universal Serial Bus в управляющий компьютер.

При этом тензодатчики консольного или компрессионного типа одной из своих нагружаемых областей жестко закреплены непосредственно на внутренней поверхности опорной платформы, а на другой нагружаемой области тензодатчики закрепляются регулируемыми или нерегулируемыми опорами маятникового типа.

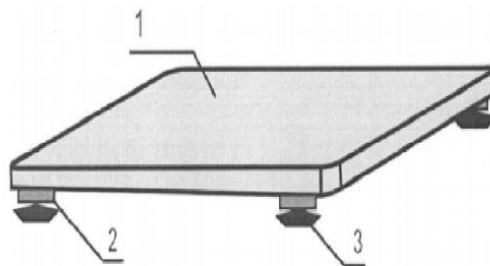


Рисунок 2 Стабилометрическая платформа группы МЕРА

Способ исследования двигательных и когнитивных функций человека, реализуемый в виде стабилметрического исследования, где испытуемый, управляя позой, выполняет инструкцию по удержанию собственного центра давления на стабилметрическую платформу в заданной зоне, отличается наличием двух последовательных равных по длительности фаз. В первой отсутствует биологическая обратная связь по опорной реакции, а во второй – присутствует. И по итогам теста проводится сопоставление полученных данных.[9]

По результату сравнения данных приборов мы получили следующие выводы. В данных приборах используются четыре тензодатчика для регистрации массы пациента и располагаются в виде прямоугольника. Используются различные виды микропроцессорных модулей и различные дополнительные элементы.

## 2 Проектирование устройства

### 2.1 Структурной схемы

Подаем постоянное напряжение на тензодатчик +7В. Под действием силы тяжести человека стоящего на платформе пьезодатчик изменяет свое сопротивления. Используем тензодатчики для определения силы воздействия на датчик, следовательно, и о весе груза. При максимальном весе 150 кг на выходе пьезодатчика будет 20мВ. Так как сигнал очень маленький то нужно использовать инструментальный операционный усилитель для усиления сигнала и регулировки коэффициента усиления. Затем, подаем с выхода инструментального операционного усилителя на микроконтроллер.

АЦП микроконтроллера, получив данные с тензорезисторов и инструментальных операционных усилителей, преобразует их в цифровой код и выводит их на дисплей.



Рисунок 2.1 Структурная схема системы определения центра тяжести

## **Заключение**

Проблема оценки качества движения и центра тяжести человека актуальна на сегодняшний день, так как стабилметрия себя зарекомендовала недавно. Имея такую информацию, мы, в сущности, контролируем деятельность головного мозга. Организм человека очень чувствителен к изменениям среды. Такие изменения наиболее сильно отражаются на биомеханических показателях. Позы и движения человека не только показывают непосредственную реакцию человека на внешние воздействия на уровне периферии его организма, но и интегрально отражают функционирование центральных механизмов управления и энергообеспечивающих систем.

Стабилаплатформа - хорошо зарекомендованная система для оценки центра тяжести человека. Данный комплекс широко применяется в медицине, но его минус заключается в том, что он не позволяет оценивать расположение центра тяжести в процессе движения, а такая возможность дает большое количество дополнительной информации о психологическом и физическом состоянии человека. Одним из условий будущей системы является невысокая стоимость входящих в нее компонентов, и этому удовлетворяет безмаркерный подход захвата движения.[3]

Однако следует отметить, что данный метод не позволит оценить движение центра тяжести, когда человек находится в стационарном положении, так как в таком положении он совершает колебания малой амплитуды и на получаемом изображении это будет не заметно. В ходе работы была спроектирована система определения центра масс на базе микроконтроллера Avr ATtiny84A-SSu и тензодатчиков.

Данное устройство имеет дисплей и может подключаться к компьютеру с помощью протокола RS-232. В результате приведенной ВКР, получилось создать более совершенную стабилметрическую платформу, определяющую центр масс.

### Список используемых источников

1. Покровский В.М. Физиология человека: Учебник. Т.1. / под редакцией Покровского В.М., Коротько Г.Ф., Кобрин В.И. – М: Медицина, 1997. – 448с.
2. Insultanet [Электронный ресурс]//<http://insultanet.ru> Insultanet 2016 URL: <http://www.insultanet.ru/152.html>(дата обращения 12.06.2016)
3. Развитие методов нелинейной динамики для определения количественных и качественных характеристик постуральной системы человека: синергетический подход и компьютерная стабелография. Проект РФФИ №02-01-01226. Руководитель: д.т.н., профессор А.А. Колесников. Ведущая организация: ТРТУ, г. Таганрог. Срок выполнения: 2002-2004гг.
4. Патент на изобретение № 2185094 РФ, МКИ А 61 В 5/103. Силометрическая платформа / С.С. Слива, Д.В. Кривец, И.В. Кондратьев. – № 99127133/14; Заявлено 17.12.99; Оpubл. 20.07.02, Бюл. № 20, Приоритет 17.12.99. – 9 с.
5. Скворцов Д.В. Стабилометрическое исследование. — М.: Маска, 2011. — С. 57. — 176 с. — ISBN 978-5-91146-505-6.
6. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Изменения параметров вертикальной позы при демонстрации разных изображений // Физиология человека. — 2015. — № Т.41 № 2. — С. 60.
7. Патент на изобретение № 2294691 РФ, МПК А 61 В 5/103. Способ речевой реабилитации / С.С. Слива, Э.О. Девликанов, Г.А. Переяслов. – № 2003133778/14 ; Заявлено 18.10.00; Оpubл. 03.10.07, Бюл. № 20,– 15 с.
8. Патент на изобретение № 2394591 РФ, МПК А 61 В 5/103. Стабилометрическая платформа / С.С. Слива, Э.О. Девликанов, Г.А. Переяслов. – № 2002133778/14, ; Заявлено 20.11.03; Оpubл. 03.10.07, Бюл. № 20,– 18 с.
9. Биомера [Электронный ресурс] <http://www.biomera.ru> Биомера 2016URL: <http://www.biomera.ru/production/>(дата обращения 13.06.2016)



10. ТЕНЗО М[Электронный ресурс] <http://www.tenso-m.ru> ТЕНЗО М 2016  
URL: [http://www.tenso-m.ru/pdf/614\\_T70A.pdf](http://www.tenso-m.ru/pdf/614_T70A.pdf)  
(дата обращения 12.06.2016)
11. ТЕМ [Электронный ресурс] <http://www.tme.eu> TME electronic corporation 2016  
URL:<http://www.tme.eu/ru/Document/a4fa3b36900722ee8169cab48171fcdb/ATTINY84A-SSU.pdf>(дата обращения 12.06.2016)
12. [Электронный ресурс].URL: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD620.pdf>
13. Analog devices [Электронный ресурс]  
<http://www.analog.com/en/index.html> Analog devices 2016  
URL: <http://forum.cxem.net/index.php?showtopic=77750>  
(дата обращения 13.06.2016)
14. Гроховский С.С., Кубряк О.В. Метрологическое обеспечение стабилметрических исследований // Медицинская техника. — 2014. — № 4. — С. 22-24.
15. Метрологическое обеспечение измерений в исследованиях функции равновесия человека / С. С. Гроховский, О. Н. Кубряк // Мир измерений. - 2011. - № 11. - С. 37-3